

## Elektronische Baugruppe zum Schalten elektrischer Leistung

### Beschreibung

#### Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine elektronische Baugruppe zum Schalten elektrischer Leistung. Derartige elektronischen Baugruppen können zum Beispiel als Halbbrückenschaltung ausgestaltet sein um zur Realisierung von Wechselrichtern oder Frequenzumrichtern für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche eingesetzt zu werden. Hierzu gehören das Betreiben von Synchron-, Asynchron-, Reluktanzmaschinen, permanenterregten Maschinen oder dergl. sowohl als Motoren als auch als Generatoren (siehe zum Beispiel die DE-A-40 27 969 oder die DE-A-42 30 510).

#### Stand der Technik

Im Stand der Technik ist es bekannt elektrische Maschinen, insbesondere Wechselfeldmaschinen mit sog. Frequenzumrichtern zu betreiben. Üblicherweise enthalten diese Frequenzumrichter eine der Anzahl der Phasen der elektrischen Maschine entsprechende Anzahl von Halbbrückenanordnungen, die von einer Ansteuerelektronik mit Steuersignalen gespeist wird. Damit wird - je nach dem ob die elektrische Maschine als Motor oder als Generator betrieben wird - die elektrische Leistung der elektrischen Maschine entweder für die gewünschte Drehzahl und das gewünschte Drehmoment zugeführt oder der elektrischen Maschine die elektrische Leistung entnommen und für den nachgeschalteten Verbraucher in die gewünschte Betrags- und Phasenlage umgesetzt.

Insbesondere bei schnellschaltenden Frequenzumrichtern oder Wechselrichtern, treten dabei an den Schaltflanken der zu- bzw. abgeführten elektrischen Leistung hohe Über- oder Unterschwing-Impuls-Spannungsspitzen auf. Die Spannungsfestigkeit der in der elektronischen Baugruppe eingesetzten Halbleiterschalter aufgrund der auftretenden Überspannungs-Impulse muss erheblich höher sein als deren Betriebsspannungsfestigkeit. Dies erhöht die Kosten der Baugruppe nennenswert.

#### Der Erfindung zugrundeliegendes Problem

Der Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, eine elektronische Baugruppe zum Schalten elektrischer Leistung bereitzustellen, die kostengünstig herstellbar ist, und kompakt baut, so dass sie auch für mobile Anwendungen (zum Beispiel im Automobilbereich) einsetzbar ist.

### Erfindungsgemäße Lösung

Die Erfindung sieht zur Lösung eine elektronische Baugruppe zum Schalten elektrischer Leistung vor, mit zwei voneinander beabstandeten Leistungsversorgungsschienen, zwischen denen mittels eines Steuereingang anzusteuernde Halbleiterschalter zum Bereitstellen der elektrischen Leistung an einem Leistungsausgang angeordnet sind. Eine die zwei Leistungsversorgungsschienen überbrückende Kondensatoranordnung erstreckt sich zumindest teilweise über die Länge der Leistungsversorgungsschienen. Zwei von jeweils einer der Leistungsversorgungsschienen ausgehende, die Kondensatoranordnung zumindest teilweise überdeckenden Kontaktlagen weisen freie Endbereiche auf, die sich gegenseitig zu der jeweils anderen der Leistungsversorgungsschienen hin überragen. Die beiden Kontaktlagen haben jeweils eine frei zugängliche Kontaktfläche, die zur Kontaktierung mit korrespondierend gestalteten Leistungsanschlüssen eingerichtet sind.

### Erfindungsgemäße Vorteile und Ausgestaltungen

Durch den erfindungsgemäßen Aufbau der elektronischen Baugruppe wird eine besonders kompakte Anordnung erreicht, die eine mit bisherigen Lösungen nicht vergleichbare Packungsdichte ermöglicht. Außerdem sind Spannungs-Impulsspitzen selbst beim Schalten mit Pulszeiten im Bereich von bis zu 10 – 1000 nsec und hohen Schalteleistungen im Bereich von mehreren 10 Watt bis zu mehreren Kilowatt erheblich minimiert. Dies führt zu einer erheblich erhöhten Störsicherheit. Die durch die erfindungsgemäße Anordnung ist in den elektrische Leistung führenden Leitungen zu/von den Halbleiterschalten den als Stützkondensator wirkenden Kondensatoranordnungen sehr niederinduktiv. und Ein weiterer wesentlicher Gesichtspunkt der Erfindung ist der modulare Aufbau, der eine problemlose Erweiterung und Anpassung der elektronischen Baugruppe an die jeweiligen Anforderungen erlaubt.

Da die Kondensatoranordnung einerseits räumlich und elektrisch sehr dicht bei den Kontaktflächen und andererseits auch räumlich und elektrisch sehr dicht bei den Halbleiterschaltern positioniert ist, gibt es keine Leitungsabschnitte, welche nennenswerte störende induktive Anteile hervorrufen. Damit sind sehr kurze Schaltzeiten realisierbar. Diese kurzen Schaltzeiten werden noch dadurch begünstigt, dass bei mehreren nebeneinander angeordneten erfindungsgemäßen Baugruppen die Kondensatoranordnungen und geringen Leitungsinduktivitäten einer Baugruppe dazu beitragen, etwaige Störimpulse benachbarter Baugruppen zu vermeiden.

Die Kontaktlagen können einen gemeinsamen Überdeckungsbereich haben, in dem sie von einander durch eine Isolierung getrennt sind. Vorzugsweise haben die beiden Kontaktlagen jeweils Kontaktflächen, die von einander im Wesentlichen in Richtung der Längserstreckung der Leistungsversorgungsschienen beabstandet sind. Außerdem können die zwei Leistungsversorgungsschienen im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sein.

Die zwischen den zwei Leistungsversorgungsschienen angeordneten Halbleiterschalter können an einem Substrat angeordnet sein, das vorzugsweise zur Kontaktierung einer Kühleinrichtung eingerichtet ist.

Der Leistungsausgang kann eine Sammelschiene aufweisen, die zwischen den beiden Leistungsversorgungsschienen angeordnet ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Halbleiterschalter durch schnell-schaltende, verlustarme Feldeffekt-Transistoren (FETs) oder durch schnellschaltende, verlustarme bipolare Transistoren mit isoliertem Gateanschluß (IGBTs) gebildet. Dabei können insbesondere MOS-FETs mit integrierten Freilaufdioden oder zu den Transistoren parallel geschaltete zusätzliche externe Freilaufdioden eingesetzt werden. Diese externen Freilaufdioden sind vorteilhaft in gleicher Weise wie die Halbleiterschalter und in unmittelbarer Nähe zu diesen bei einer der Leiterschienen angeordnet.

Die beiden Leistungsversorgungsschienen und die Sammelschiene können durch eine elektrisch isolierende Platine oder das Substrat mechanisch miteinander fest verbunden sein. Alternativ dazu können die Leistungsversorgungsschienen und die Sammelschiene durch elektrisch isolierende Stege, die zwischen den einzelnen Schienen angeordnet sind, mechanisch miteinander fest verbunden sein. Die Platine oder das Substrat kann auch zur Aufnahme von Leiterbahnen dienen, um den Halbleitern Steuersignale zuzuführen, um weitere aktive oder passive Bauelemente aufzunehmen, oder um Test- oder Mess-Stellen aus der Baugruppe herauszuführen. Die Platine bzw. das Substrat kann auch dazu dienen, Verbindungsleitungen zwischen den jeweiligen Steuereingängen der Halbleiterschalter und dem Anschluß zur Verbindung mit der Ansteuerereinrichtung aufzunehmen.

Sofern die Anordnung eine Platine aufweist, kann diese mit Aussparungen versehen sein, die so bemessen sind, daß die auf den Leiterschienen oder dem Substrat direkt aufgebrachten Halbleiter (Transistoren und Dioden) zumindest mit ihren Kontaktierungsstellen freiliegen, also nicht durch die Platine verdeckt sind. Dies bewirkt, daß die effektive Bauhöhe der Halbleiter und der Platine sich nicht addieren. Vielmehr sind beide mit den Leiterschienen zumindest mit einigen ihrer Anschlussstellen direkt und auf gleichem Niveau verbunden. Die Platine dient damit sowohl der mechanischen Verbindung der Leiterschienen untereinander als auch der elektrischen Leitungsführung.

Die Verbindung der auf der Platine oder dem Substrat angeordneten Leiterbahnen oder den Leistungsversorgungsschienen bzw. der Sammelschiene mit den Kontaktierungsstellen der Halbleiter wird durch flächige, ggf. zum Höhenausgleich oder seitlichen Ausgleich abgewinkelte Kontaktbleche oder aus Blech gefertigten Kontaktbügeln hergestellt. Die Kontaktbleche oder -bügel sind an den Leiterbahnen bzw. den Leistungsversorgungsschienen oder der Sammelschiene einerseits und den Kontaktierungsstellen der Halbleiter andererseits angelötet oder angeschweißt. Dazu werden insbesondere bei den Halbleitern solche mit großflächigen Kontaktierungsstellen verwendet, welche eine Edelmetall-Auflage (vorzugsweise Gold oder Silber-Palladium, oder dergl.) haben.

Im Gegensatz zu anderen Verbindungstechniken, wie zum Beispiel Bonden, ist diese Vorgehensweise für die einzelnen Halbleiter weniger mechanisch beanspruchend und weniger fehleranfällig, so dass eine geringere Fehlproduktionsrate erreichbar ist. Ausserdem können die Kontaktbleche raumsparender und niederohmiger gestaltet werden. Insofern trägt diese Verbindungstechnik in synergistischer Weise zu dem Gesamtkonzept bei, eine elektronische Baugruppe zum Schalen elektrischer Leistung kostengünstig herstellbar und kompakt bauend zu gestalten. Die so gestalteten Kontaktbleche verringern auch die störenden induktiven Beläge in den Verbindungen zwischen den Leiterbahnen bzw. den Leistungsversorgungsschienen oder der Sammelschiene einerseits und den Kontaktierungsstellen der Halbleiter andererseits. Gleichwohl kann diese Art der Verbindung in einer elektronischen Baugruppe auch unabhängig von der oben beschriebenen Konzept der Leistungszufuhr zu einer elektronischen Baugruppe eingesetzt werden. Ausserdem kann hier durch einen einzigen Löt-Vorgang die Verbindung zwischen den beiden Enden der Kontaktbleche hergestellt werden, während beim Bonden die eine Vielzahl von einzelnen



Bonddrähten an ihren beiden Enden mit der jeweiligen Kontaktstelle zusammengebracht werden müssen.

5 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung trägt die elektrisch isolierende Platine oder die Folie strombegrenzende Widerstände in den Ansteuerleitungen für die Halbleiterschalter, wobei diese (Gate-)Widerstände zwischen den jeweiligen Steuereingängen und dem Anschluß zur Verbindung mit der Ansteuereinrichtung vorgesehen sind.

10 Die elektronische Baugruppe kann wenigstens zwei Halbleiterschalter haben, die unter Bildung einer Halbbrücke in Serie geschaltet sind. Jeder der Halbleiterschalter hat einen Steuereingang zur Verbindung mit einer Ansteuereinrichtung. Der erste Halbleiterschalter ist mit seinem Source-Anschluß mit einem hohen Spannungspotential zu verbinden. Der zweite Halbleiterschalter ist mit seinem Drain-Anschluß mit  
15 einem niedrigen Spannungspotential zu verbinden.

Zur Bildung eines Ausgangs ist der Drain-Anschluß jedes ersten Halbleiterschalters mit dem Source-Anschluß des jeweiligen zweiten Halbleiterschalters verbunden. Wenigstens eine Kondensatoranordnung ist zwischen dem hohen und dem niedrigen Spannungspotential angeordnet.  
20

Jeweilige erste Halbleiterschalter sind mit ihrem Source-Anschluß mit einer gemeinsamen ersten, mit dem hohen Spannungspotential zu verbindenden metallischen Leiterschiene verbunden. Jeweilige zweite Halbleiterschalter sind mit ihrem Source-Anschluß mit einer gemeinsamen zweiten, den Ausgang bildenden metallischen Leiterschiene verbunden, wobei die zweite Leiterschiene im Abstand zur ersten Leiterschiene neben dieser angeordnet ist. Jeder zweite Halbleiterschalter ist mit seinem Drain-Anschluß mit einer gemeinsamen dritten, mit dem niedrigen Spannungspotential zu verbindenden metallischen Leiterschiene verbunden, die im Abstand zu und neben der ersten und der zweiten Leiterschiene angeordnet ist.  
25  
30

Die Kondensatoranordnung hat einen mit der ersten und der dritten Leiterschiene durch Anschlüsse verbundenen Stützkondensator, der den ersten und zweiten Halbleiterschalter derart übergreift, daß sich die Halbleiterschalter räumlich zwischen den entsprechenden Leiterschienen und dem Stützkondensator befinden. Der Steuereingang hat einen Anschluß zur Verbindung mit der Ansteuereinrichtung im Bereich einer ersten Stirnseite der Leiterschienen, und der Ausgang hat einen An-  
35

schluß zur Verbindung mit einem elektrischen Verbraucher im Bereich einer der ersten gegenüberliegenden, zweiten Stirnseite der zweiten Leiterschiene.

Die Erfindung betrifft auch eine Leistungsendstufe einer Ansteuereinrichtung für eine mehrphasige elektrische Maschine, bei der für jede Phase der elektrischen Maschine eine elektronische Baugruppe mit den obigen Merkmalen verwendet wird, wobei die elektronischen Baugruppen zumindest entlang eines Teils des Umfangs der elektrischen Maschine angeordnet sind.

Weitere Merkmale, Eigenschaften, Vorteile und mögliche Abwandlungen werden für einen Fachmann anhand der nachstehenden Beschreibung deutlich, in der auf die beigefügte Zeichnung Bezug genommen ist.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

In Fig. 1 ist ein schematischer Schaltplan einer elektronischen Baugruppe, die die Erfindung verkörpert, schematisch veranschaulicht.

In Fig. 2 ist eine schematische Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen elektronischen Baugruppe veranschaulicht.

In Fig. 2a ist eine teilweise schematische perspektivische Explosionsansicht aus Fig. 2 veranschaulicht.

In Fig. 3 ist eine schematische Draufsicht auf eine erfindungsgemäße elektronische Baugruppe gemäß Fig. 2 veranschaulicht.

In Fig. 4 ist eine schematische Draufsicht auf eine Zusammenschaltung mehrerer erfindungsgemäßer elektronischen Baugruppen gemäß Fig. 2 bzw. 3 veranschaulicht.

#### Detaillierte Beschreibung der Zeichnung

Bei der in der Fig. 1 veranschaulichten erfindungsgemäßen elektronischen Baugruppe handelt es sich um eine Halbbrückenschaltung 10, die drei parallel geschaltete Paare 12a, 12 b, 12c von N-Kanal MOSFETs aufweist, die jeder als Halbleiterschalter wirken. Jeweils zwei der MOSFETs 14, 22; 16, 24; 18, 26 die jeweils ein Paar bilden, sind in Serie geschaltet. Jeweils der erste MOSFET 14; 16; 18 jedes Paares liegt mit seinem Source-Anschluß S auf einem hohen Spannungspotential

$V_{SS}$ , und jeder zweite MOSFET 22; 24; 26 jedes Paares liegt mit seinem Drain-Anschluß D auf einem niedrigen Spannungspotential  $V_{DD}$ . Dabei sind zur Bildung eines Ausgangs A der Drain-Anschluß jedes der ersten MOSFETs 14; 16; 18 und der Source-Anschluß jedes der zweiten MOSFETs 22; 24; 26 miteinander verbunden.

5

Jeweils ein Steuereingang E1; E2 ist für die Gruppe der ersten MOSFETs 14; 16; 18 bzw. die Gruppe der zweiten MOSFETs 22; 24; 26 vorgesehen, wobei über Gatewiderstände 36; 38; 40 bzw. 44; 46; 48 die Gateanschlüsse G der jeweiligen MOSFETs angesteuert werden. Jeder der als MOSFETs ausgestalteten Halbleiterschalter hat zwischen seinen Leistungsanschlüssen D, S eine Freilaufdiode  $D_i$ , die als sog. "Body-Diode" mit dem jeweiligen Halbleiterschalter integriert auf dem gleichen Halbleiterelement ausgeführt ist. Im übrigen wären separat vorgesehen Dioden direkt neben den MOSFETs ebenfalls an oder neben der ersten bzw. zweiten Leierschiene angeordnet.

15

Zwischen dem hohen und dem niedrigen Spannungspotential  $V_{SS}$  und  $V_{DD}$  ist eine Stützkondensatoranordnung angeordnet, die durch einzelne parallelgeschaltete Stützkondensatoren 52a, 52b, 52c gebildet ist. Die Ausführung der Kondensatoranordnung 52a, 52b, 52c ist weiter unten detaillierter beschrieben. Die Ansteuerung der jeweiligen Gruppe der MOSFETs erfolgt mit einem (pulsweitenmodulierten) Steuersignal von bis zu mehr als 100 kHz Schaltfrequenz.

20

Wie in Fig. 2 gezeigt, sind die ersten MOSFETs 14; 16; 18 mit ihrem Source-Anschluß S mit einer gemeinsamen ersten, mit dem hohen Spannungspotential  $V_{SS}$  zu verbindenden metallischen Leierschiene 60 elektrisch verbunden. Die Leierschiene 60 hat ein im Querschnitt etwa L-förmiges Profil und ist aus Kupfer oder einem ähnlich gut elektrischen Strom und Wärme leitenden Material hergestellt. Der in Fig. 2 waagrechte Abschnitt der Leierschiene 60 kann auch durch einen entsprechend geformten Kontaktfleck auf dem Substrat realisiert sein um die in diesem Fall rechteckige Leierschiene 60 mit dem Source-Anschluß S des MOSFET 14 über eine Lötverbindung zu kontaktieren.

25

30

Die zweiten MOSFETs 22; 24; 26 sind mit ihrem Source-Anschluß (S) mit einer gemeinsamen zweiten, den Ausgang A bildenden metallischen Leierschiene 62 elektrisch verbunden, wobei die zweite Leierschiene 62 im Abstand zur ersten Leierschiene 60 neben dieser angeordnet ist. Auch die zweite Leierschiene 62 hat ein im

35

Querschnitt etwa rechteckiges oder L-förmiges Profil und ist aus dem gleichen Material wie die erste Leitterschiene 60 hergestellt.

Die zweiten MOSFETs 22; 24; 26 sind über einen oder mehrere Verbinderplatten oder Verbinderstege 80, die als Kontaktbleche dienen, jeweils mit ihren Drain-Anschlüssen D mit einer gemeinsamen dritten, mit dem niedrigen Spannungspotential  $V_{DD}$  zu verbindenden metallischen Leitterschiene 66 verbunden, wobei die dritte Leitterschiene 66 im Abstand zu und neben der zweiten Leitterschiene 62 angeordnet ist.

In ähnlicher Weise wie die zweiten MOSFETs sind die ersten MOSFETs 14; 16; 18 über einen oder mehrere als Kontaktbleche dienende Verbinderplatten oder Verbinderstege 82 jeweils mit ihren Drain-Anschlüssen D mit der zweiten Leitterschiene 62 verbunden.

Die Kondensatoranordnung 52 ist mit der ersten und der dritten Leitterschiene 60, verlötete oder verschweißte blockförmige Folienkondensatoren 52 a .. 52c gebildet. Die Folienkondensatoren 52a .. 52c sind entlang der Leitterschienen nebeneinander angeordnet. Die Folienkondensatoren übergreifen die jeweiligen ersten und zweiten Halbleiterschalter derart, daß sich die Halbleiterschalter räumlich zwischen den entsprechenden Leitterschienen und dem jeweiligen Folienkondensator befinden.

In Fig. 2a sind die mit den Leitterschienen 62, 66 verlöteten oder verschweissten Verbinderplatten 80, 82 gezeigt. Um den Höhenunterschied zwischen der Oberseite den Leitterschienen und den Halbleiterschaltern auszugleichen, sind die Verbinderplatten 80, 82 abgekröpft. Für jeden der Halbleiterschalter 14..., 22 ... sind Kontaktfahnen 80a, 82a vorgesehen, die jeweils an ihrem freien Ende eine seitliche Ausnehmung 88 haben. In diese Ausnehmungen 88 reicht eine Z-förmig gebogene Verbindung 96 zum Gate-Anschluss G der Halbleiterschalter 14 ..., 22 .... Die Verbindung 96 stellt eine Leitung zu den ebenfalls auf der Platine 90 angeordneten Gate-Widerständen 36; 38; 40 bzw. 44; 46; 48 (siehe Fig. 1 bzw. Fig. 2a), die als SMD-Bauteile (surface mounted device) ausgeführt sind, her. Auch diese Leitung zwischen den Gate-Widerständen und den Steuereingängen G der MOSFETs ist durch Verlöten oder Verschweissen der Verbindungen 96 mit den Steuereingängen G der MOSFETs bzw. der Platine 90 realisiert.



Da Fig. 2a eine teilweise Explosionsdarstellung ist, zeigen die gestrichelten Pfeile die Position der einzelnen Komponenten in ihrer Zusammenstellung. Dabei sind der Übersichtlichkeit wegen nicht alle Komponenten der elektronischen Baugruppe gezeigt. Insbesondere ist auch nicht das Layout der Leiterbahnen auf dem Substrat 90 im Detail veranschaulicht.

Die zwischen den zwei Leistungsversorgungsschienen angeordneten Halbleiterschalter sind an einem Substrat 90 angeordnet, das mit Kühlrippen 90' zur Kontaktierung einer Kühleinrichtung, zum Beispiel einer Fluidkühlung versehen ist.

An den beiden äußeren Leiterschienen 60, 66 welche als Leistungsversorgungsschienen dienen, sind an deren Oberseite (siehe Fig. 2) aus Kupferblech oder einem ähnlich gut leitenden Material hergestellte Kontaktlagen 100, 102 angelötet oder angeschweißt. Diese Kontaktlagen 100, 102 übergreifen die jeweiligen Seitenflächen 52' und 52'' der Kondensatoranordnung 52 a .. 52c. Jede der Kontaktlagen 100, 102 haben freie Endbereiche 100', 102', die sich gegenseitig zu der jeweils anderen der Leistungsversorgungsschienen hin überragen. (siehe Fig.2). Die beiden Kontaktlagen 100, 102 haben einen gemeinsamen Überdeckungsbereich 110 haben, in dem sie von einander durch eine Isolierungsschicht 112 getrennt sind.

Wie in Fig. 3 veranschaulicht, haben die beiden Kontaktlagen 100, 102 jeweils im Bereich der Enden der elektronische Baugruppe eine (von oben) frei zugängliche im Wesentlichen rechteckige Kontaktfläche 120, 122, die zur Kontaktierung mit korrespondierend gestalteten Leistungsanschlüssen eingerichtet sind und in Richtung der Längserstreckung der Leistungsversorgungsschienen beabstandet sind. Um die näher bei der Oberfläche der Kondensatoranordnung 52 a .. 52c liegende Kontaktlage 102 für den entsprechenden Leistungsanschluss zugänglich zu machen, sind die Isolierungsschicht 112 und die darüber liegende Kontaktlage 100 entsprechend verkürzt.

Der von aussen (oben) zugängliche Bereich zwischen den beiden Kontaktflächen 120, 122 ist durch die zurück gefaltete Isolierungsschicht 112 abgedeckt (siehe Fig. 2 bzw.3) .

Um eine separat herstellbare und handhabbare Einheit einer Halbbrückenbaugruppe bereitzustellen, sind die erste, zweite und dritte Leiterschiene 60, 62, 66 durch eine

- 10 -

elektrisch isolierende Platine 90 mechanisch miteinander fest verbunden. Dazu ist die Platine 90 mit den Leitterschienen fest verbunden.

Wie in Fig. 3 gezeigt, sind die jeweiligen Steuereingänge E1, E2 zu Verbindungslei-  
tungen zwischen den jeweiligen Steuereingängen G der Halbleiterschalter sowie ei-  
nige Testpins an einer Anschlußleiste 76 an der Platine 90 zur Verbindung mit einer  
Ansteuereinrichtung im Bereich einer ersten Stirnseite 78 (in Fig. 3 unten) der Lei-  
terschienen 60, 62, 66 herausgeführt, während der Ausgang A an einen Anschluß  
94 zur Verbindung mit einem elektrischen Verbraucher im Bereich einer der ersten  
Stirnseite 78 gegenüberliegenden, zweiten Stirnseite 92 der zweiten Leitterschiene  
62 (in Fig. 3 oben) herausgeführt ist.

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf eine Zusammenschaltung mehrerer erfindungsgemä-  
ßer elektronischen Baugruppen 10 gemäß Fig. 2 bzw. 3. Solchermassen zusammen-  
geschaltete elektronische Baugruppen 10, die über Stromzuführungen Vss und Vdd  
mit elektrischer Leistung versorgt werden, können entlang des Umfangs einer  
mehrphasigen elektrischen Maschine verteilt angeordnet sein, wobei für jede Phase  
der elektrischen Maschine eine elektronische Baugruppe 10 verwendet wird.

## Ansprüche

1. Eine elektronische Baugruppe zum Schalten elektrischer Leistung, mit  
- zwei voneinander beabstandeten Leistungsversorgungsschienen, zwischen denen  
5 mittels eines Steuereingang anzusteuernde Halbleiterschalter zum Bereitstellen der elektrischen Leistung an einem Leistungsausgang angeordnet sind,  
- einer die zwei Leistungsversorgungsschienen überbrückende Kondensatoranordnung, die sich zumindest teilweise über die Länge der Leistungsversorgungsschienen erstreckt,  
- zwei von jeweils einer der Leistungsversorgungsschienen ausgehenden, die Kondensatoranordnung zumindest teilweise überdeckenden Kontaktlagen, wobei die  
10 Kontaktlagen freie Endbereiche aufweisen, die sich gegenseitig zu der jeweils anderen der Leistungsversorgungsschienen hin überragen, und wobei  
- die beiden Kontaktlagen jeweils eine frei zugängliche Kontaktfläche haben, die zur  
15 Kontaktierung mit korrespondierend gestalteten Leistungsanschlüssen eingerichtet sind.

2. Die elektronische Baugruppe nach Anspruch 1, wobei die Kontaktlagen einen gemeinsamen Überdeckungsbereich haben, in dem sie von einander durch eine Isolierung getrennt sind.  
20

3. Die elektronische Baugruppe nach Anspruch 1 oder 2, wobei die beiden Kontaktlagen jeweils Kontaktflächen haben, die von einander im Wesentlichen in Richtung der Längserstreckung der Leistungsversorgungsschienen beabstandet sind.  
25

4. Die elektronische Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die zwei Leistungsversorgungsschienen im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind.

5. Die elektronische Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die zwischen den zwei Leistungsversorgungsschienen angeordneten Halbleiterschalter an einem Substrat angeordnet sind, das vorzugsweise zur Kontaktierung einer Kühleinrichtung eingerichtet ist.  
30

6. Die elektronische Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Leistungsausgang eine Sammelschiene aufweist, die zwischen den beiden Leistungsversorgungsschienen angeordnet ist.  
35

7. Die elektronische Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei  
- die Halbleiterschalter durch schnellschaltende, verlustarme Feldeffekt-Transistoren (FETs) oder durch schnellschaltende, verlustarme bipolare Transistoren mit isoliertem Gateanschluß (IGBTs) gebildet sind, wobei insbesondere MOS-FETs mit integrierten Freilaufdioden oder zu den Transistoren parallel geschaltete zusätzliche externe Freilaufdioden eingesetzt sind.

8. Die elektronische Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei  
- zwischen auf der Platine oder dem Substrat angeordneten Leiterbahnen oder den Leistungsversorgungsschienen bzw. der Sammelschiene einerseits und Kontaktierungsstellen der Halbleiter andererseits flächige, zum Höhenausgleich oder seitlichen Ausgleich abgewinkelte Kontaktbleche als elektrische Verbindung angelötet oder angeschweißt sind.

9. Die elektronische Baugruppe nach Anspruch 8, wobei  
- die Halbleiter großflächige Kontaktierungsstellen mit einer Edelmetall-Auflage haben.

10. Die elektronische Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei  
- wenigstens zwei Halbleiterschalter (14, 22; 24, 18, 26;) unter Bildung einer Halbbrücke (12a, 12b, 12c) in Serie geschaltet sind;  
- jeder Halbleiterschalter (14, 22; 24, 18, 26) einen Steuereingang (G) zur Verbindung mit einer Ansteuereinrichtung aufweist;  
- der erste Halbleiterschalter (14, 16, 18) mit seinem Source-Anschluß (S) mit einem hohen Spannungspotential ( $V_{SS}$ ) zu verbinden ist;  
- der zweite Halbleiterschalter (22, 24, 26) mit seinem Drain-Anschluß (D) mit einem niedrigen Spannungspotential ( $V_{DD}$ ) zu verbinden ist;  
- zur Bildung eines Ausgangs (A) der Drain-Anschluß (D) jedes ersten Halbleiterschalters (14, 16, 18) mit dem Source-Anschluß (S) des jeweiligen zweiten Halbleiterschalters (22, 24, 26) verbunden ist; und  
- wenigstens eine Kondensatoranordnung (52) zwischen dem hohen und dem niedrigen Spannungspotential ( $V_{SS}$ ,  $V_{DD}$ ) angeordnet ist;  
- jeweilige erste Halbleiterschalter (14, 16, 18) mit ihrem Source-Anschluß (S) auf einer gemeinsamen ersten, mit dem hohen Spannungspotential ( $V_{SS}$ ) zu verbindenden metallischen Leiterschiene (60) angeordnet sind;



- 13 -

- jeweilige zweite Halbleiterschalter (22, 24, 26) mit ihrem Source-Anschluß (S) auf einer gemeinsamen zweiten, den Ausgang (A) bildenden metallischen Leiterschiene (62) angeordnet sind, wobei die zweite Leiterschiene (62) im Abstand zur ersten Leiterschiene (60) neben dieser angeordnet ist;

5 - jeder zweite Halbleiterschalter (22, 24, 26) mit seinem Drain-Anschluß (D) mit einer gemeinsamen dritten, mit dem niedrigen Spannungspotential ( $V_{DD}$ ) zu verbindenden metallischen Leiterschiene (66) verbunden ist, die im Abstand zu und neben der ersten und der zweiten Leiterschiene (60, 62) angeordnet ist;

10 - die Kondensatoranordnung (52) einen mit der ersten und der dritten Leiterschiene (60, 66) durch Anschlüsse verbundenen Stützkondensator (52a .. 52d) aufweist, der den ersten und zweiten Halbleiterschalter (14, 22; 24, 18, 26; 20, 28) derart übergreift, daß sich die Halbleiterschalter räumlich zwischen den entsprechenden Leiterschienen (60, 66) und dem Stützkondensator (52a .. 52d) befinden;

15 - der Steuereingang (G) einen Anschluß (76) zur Verbindung mit der Ansteuer-einrichtung im Bereich einer ersten Stirnseite (78) der Leiterschienen (60, 62, 68) aufweist, und

- der Ausgang (A) einen Anschluß zur Verbindung mit einem elektrischen Verbraucher im Bereich einer der ersten gegenüberliegenden, zweiten Stirnseite (82) der zweiten Leiterschiene (62) aufweist.

20 11. Die elektronische Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei  
- die drei Schienen (60, 62, 66) durch eine elektrisch isolierende Platine (62) mechanisch miteinander fest verbunden sind.

25 12. Die elektronische Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei  
- die drei Schienen (60, 62, 66) durch elektrisch isolierende Stege, die zwischen den einzelnen Leiterschienen angeordnet sind, mechanisch miteinander fest verbunden sind.

30 13. Leistungsendstufe einer Ansteuer-einrichtung für eine mehrphasige elektrischen Maschine, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Phase der elektrischen Maschine wenigstens eine elektronische Baugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche bereitgestellt ist, wobei die elektronische Baugruppe zumindest entlang eines Teils des Umfangs der angeordnet sind.

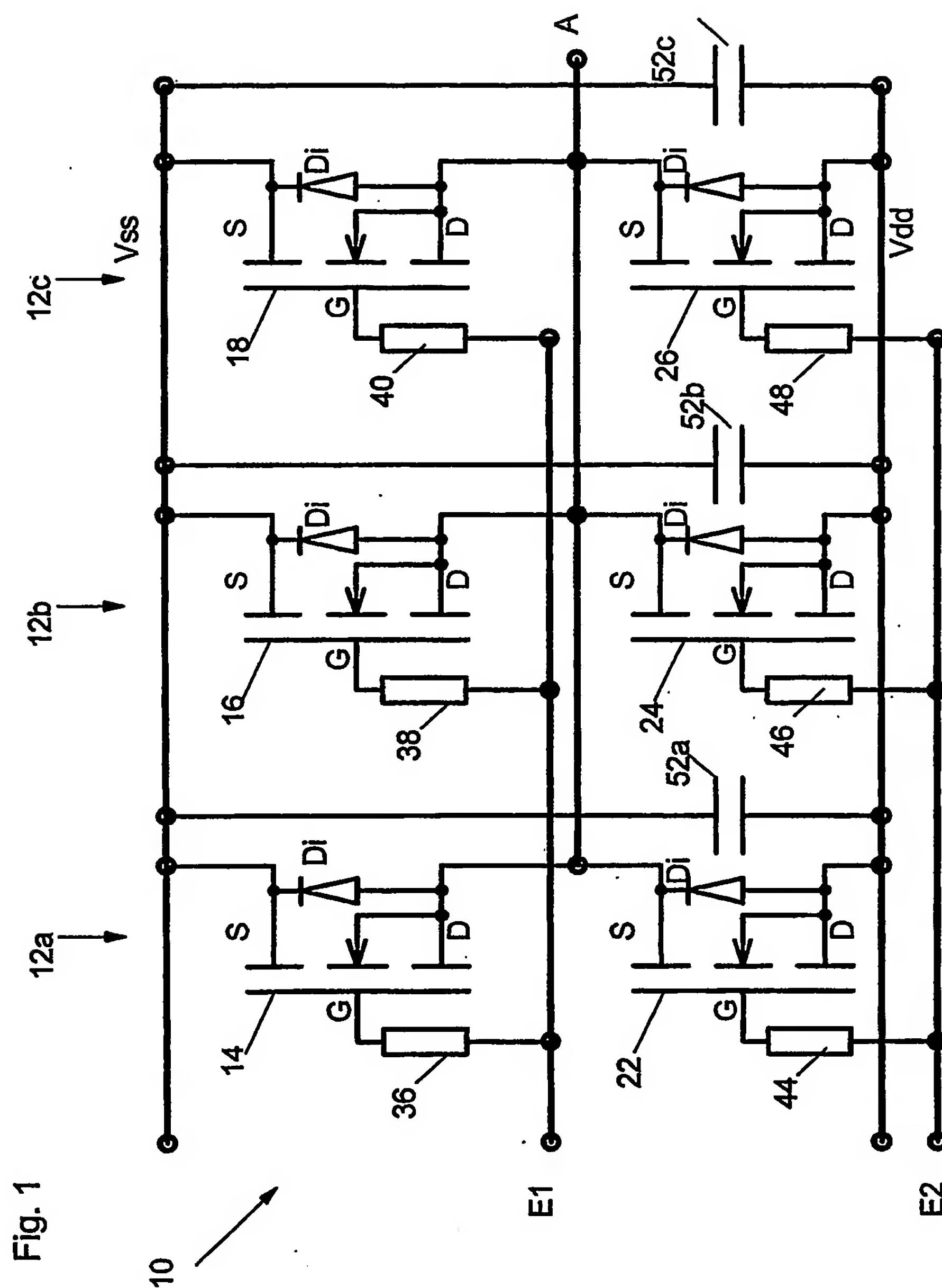
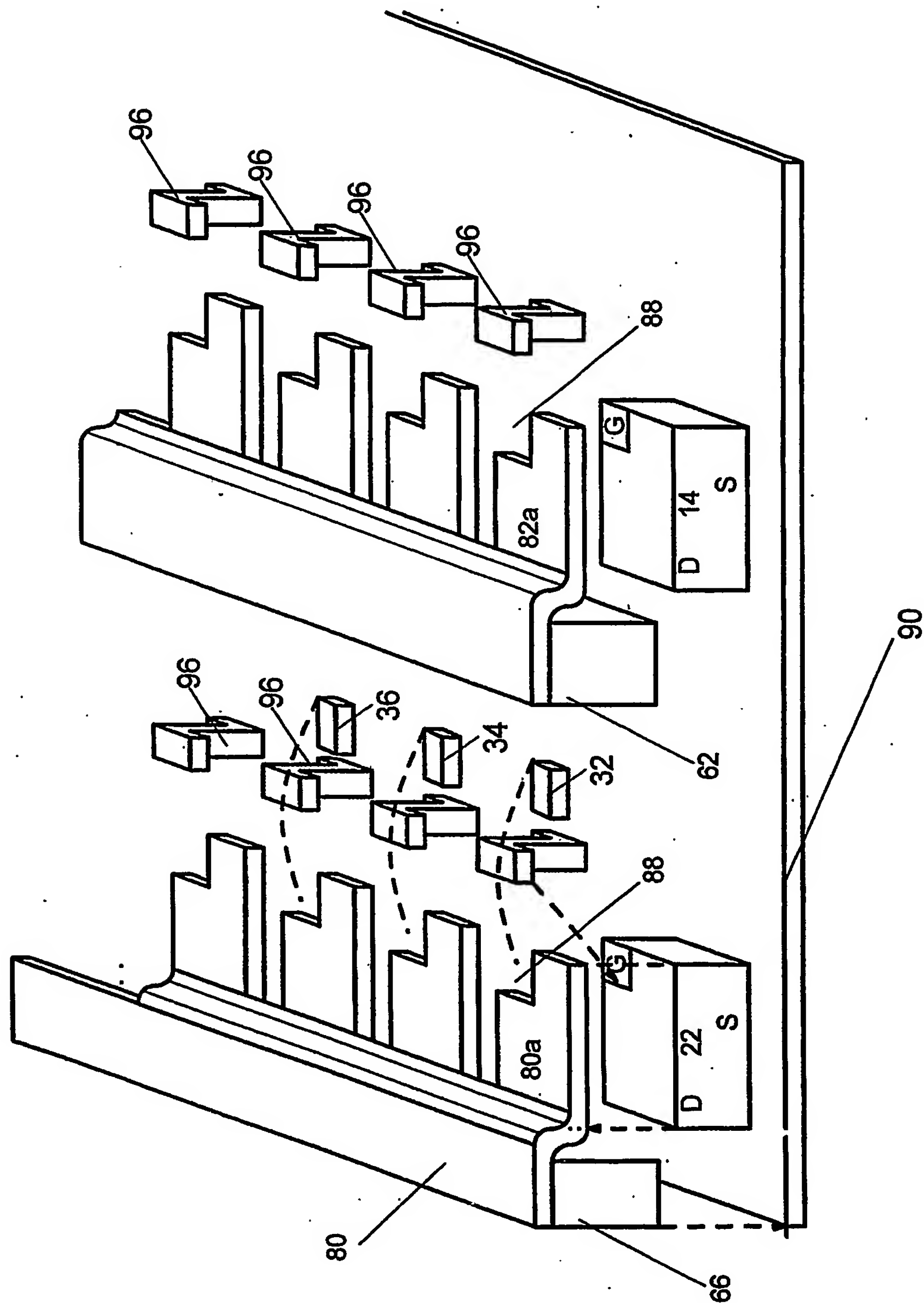
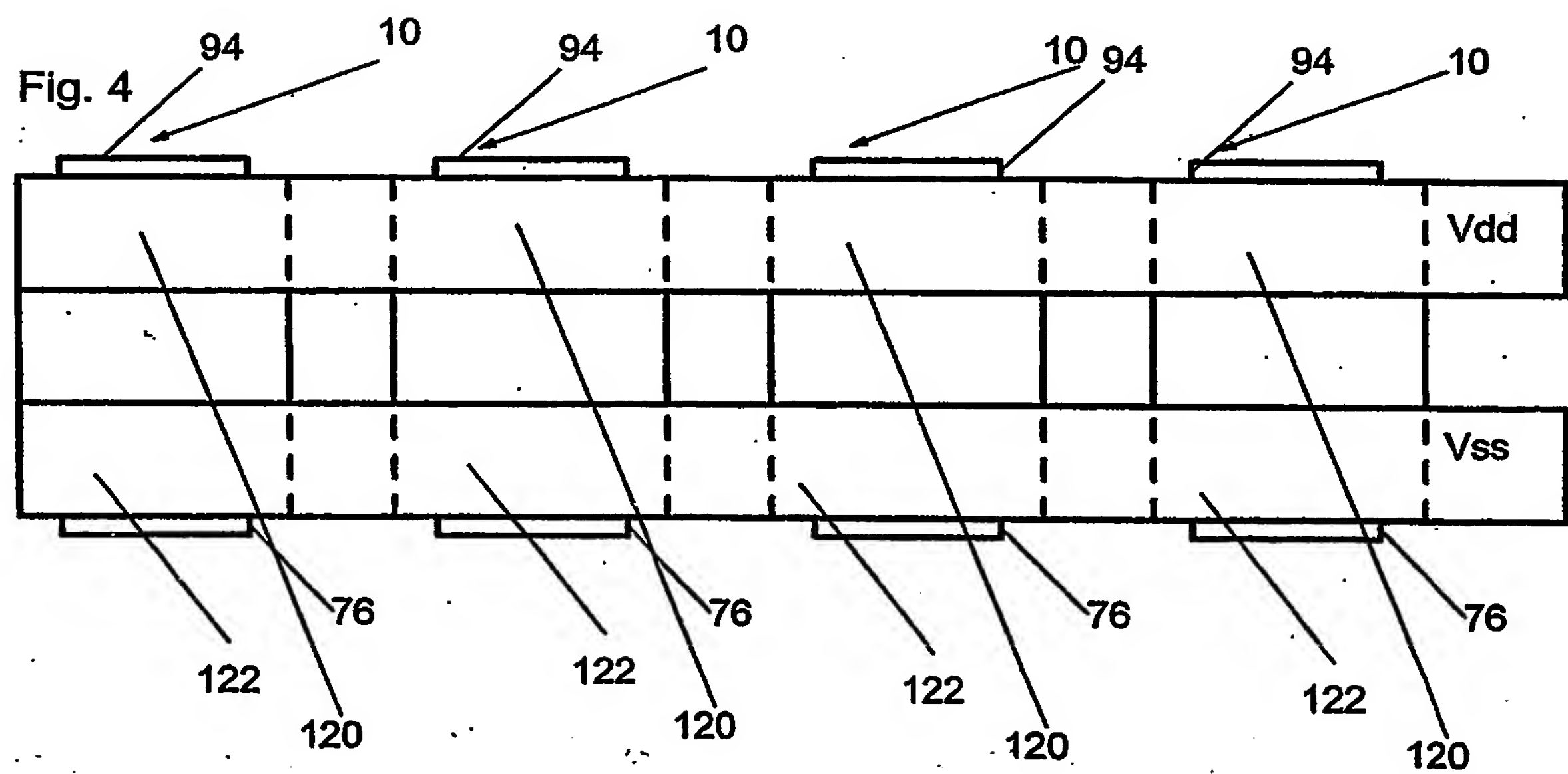
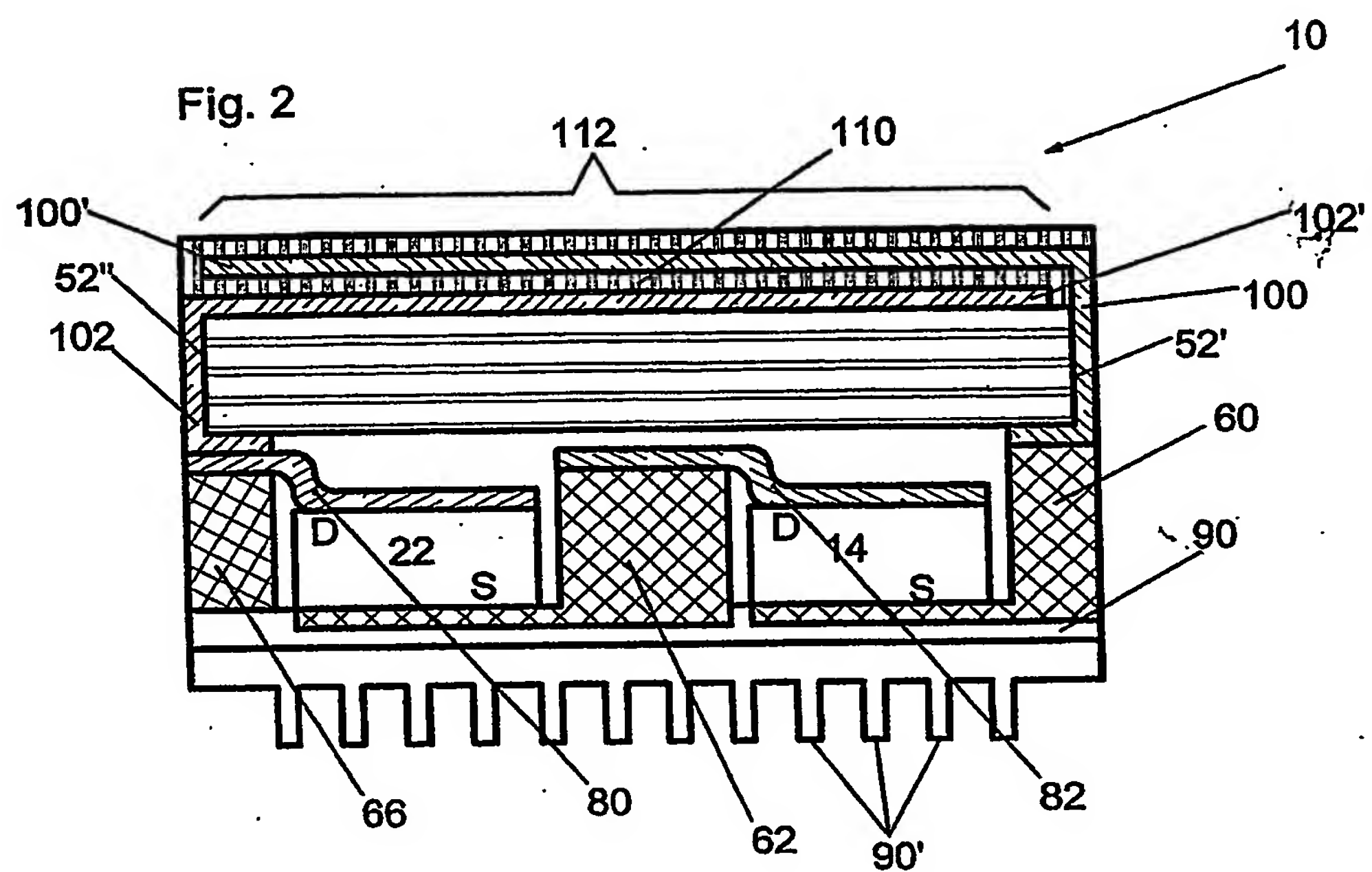
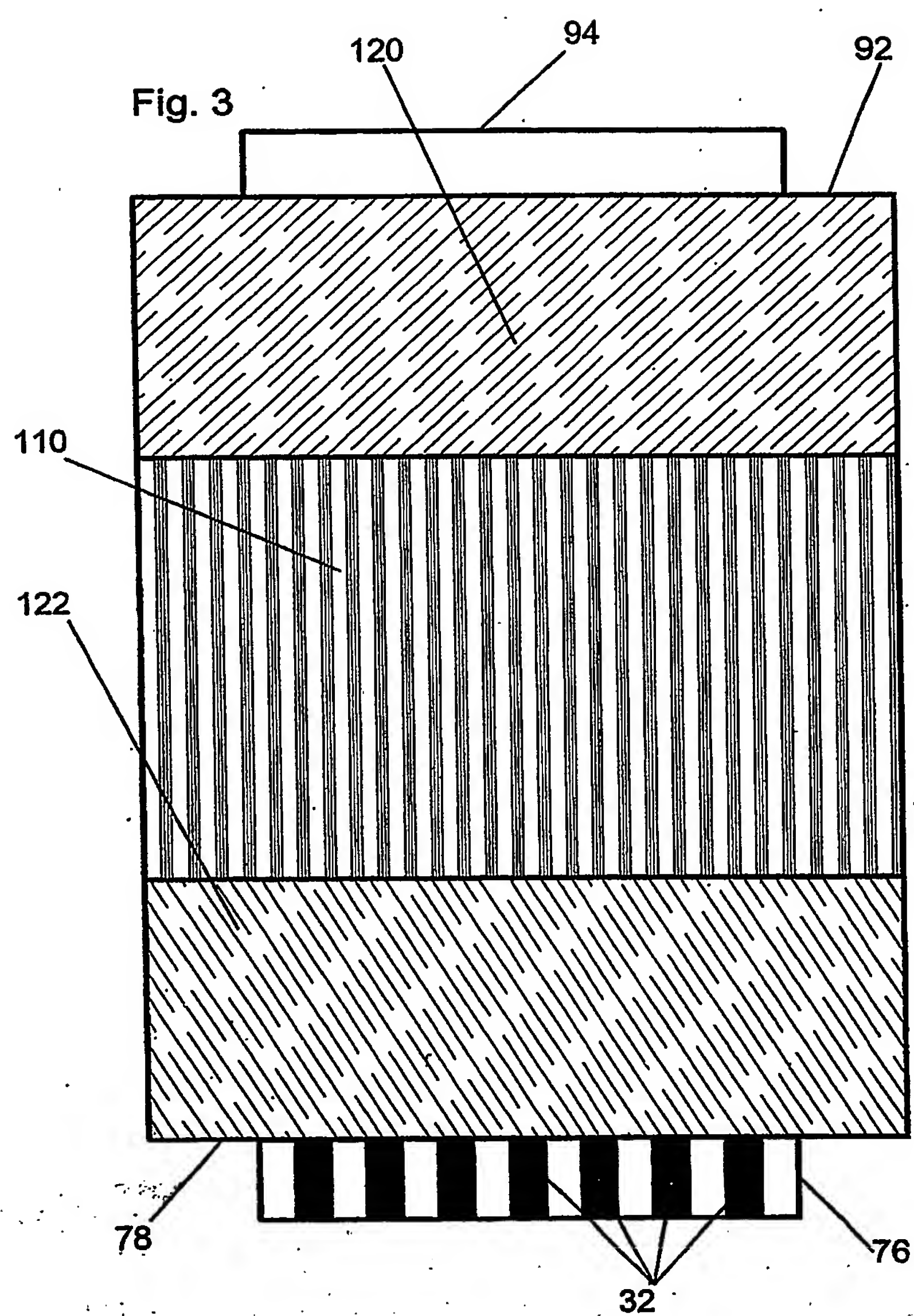


Fig. 2a









# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/006322

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H05K7/14 H02M7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H05K H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 493 472 A (LAVENE BERNARD) 20 February 1996 (1996-02-20) the whole document	1-9
X	US 6 249 448 B1 (FELLMANN DANIEL ET AL) 19 June 2001 (2001-06-19) the whole document	1
A	US 5 142 439 A (HUGGETT COLIN E ET AL) 25 August 1992 (1992-08-25) the whole document	10-13
A	US 6 160 696 A (BAILEY RONALD BARRY ET AL) 12 December 2000 (2000-12-12) column 4, line 39 - column 5, line 4	1,10,13
A	EP 0 987 761 A (TOYODA AUTOMATIC LOOM WORKS) 22 March 2000 (2000-03-22) column 2, line 55 - column 3, line 47	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 October 2004

Date of mailing of the international search report

25/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Toussaint, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/006322

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5493472	A	20-02-1996	NONE	
US 6249448	B1	19-06-2001	FR 2777109 A1 CA 2268306 A1 EP 0949752 A1 JP 11329898 A	08-10-1999 06-10-1999 13-10-1999 30-11-1999
US 5142439	A	25-08-1992	NONE	
US 6160696	A	12-12-2000	NONE	
EP 0987761	A	22-03-2000	JP 3552549 B2 JP 2000091497 A DE 69907350 D1 DE 69907350 T2 EP 0987761 A2 TW 417302 B US 6380617 B1	11-08-2004 31-03-2000 05-06-2003 25-03-2004 22-03-2000 01-01-2001 30-04-2002

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006322

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H05K7/14 H02M7/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H05K H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 493 472 A (LAVENE BERNARD) 20. Februar 1996 (1996-02-20) das ganze Dokument	1-9
X	US 6 249 448 B1 (FELLMANN DANIEL ET AL) 19. Juni 2001 (2001-06-19) das ganze Dokument	1
A	US 5 142 439 A (HUGGETT COLIN E ET AL) 25. August 1992 (1992-08-25) das ganze Dokument	10-13
A	US 5 142 439 A (HUGGETT COLIN E ET AL) 25. August 1992 (1992-08-25) das ganze Dokument	1,10,13
A	US 6 160 696 A (BAILEY RONALD BARRY ET AL) 12. Dezember 2000 (2000-12-12) Spalte 4, Zeile 39 - Spalte 5, Zeile 4	1
A	EP 0 987 761 A (TOYODA AUTOMATIC LOOM WORKS) 22. März 2000 (2000-03-22) Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 47	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Oktober 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/10/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Toussaint, F



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006322

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5493472	A	20-02-1996	KEINE	
US 6249448	B1	19-06-2001	FR 2777109 A1	08-10-1999
			CA 2268306 A1	06-10-1999
			EP 0949752 A1	13-10-1999
			JP 11329898 A	30-11-1999
US 5142439	A	25-08-1992	KEINE	
US 6160696	A	12-12-2000	KEINE	
EP 0987761	A	22-03-2000	JP 3552549 B2	11-08-2004
			JP 2000091497 A	31-03-2000
			DE 69907350 D1	05-06-2003
			DE 69907350 T2	25-03-2004
			EP 0987761 A2	22-03-2000
			TW 417302 B	01-01-2001
			US 6380617 B1	30-04-2002